



## MENOS ES MÁS, AQUÍ HAY TOMATE

Pérez Béjar, Susana<sup>1</sup>; Campos Fernández, Noelia<sup>2</sup>

Tutores: Correa Hernando, Eva Cristina<sup>1</sup>; Moya González, Adolfo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química y tecnología de los alimentos. ETSIAAB. Universidad Politécnica de Madrid.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Agroforestal. ETSIAAB. Universidad Politécnica de Madrid.  
susana.perez.bejar@gmail.com, noelia.campos.fernandez@gmail.com

### RESUMEN

El desperdicio de alimentos destinados a consumo humano a nivel mundial se estima en alrededor de un tercio de la producción total, aproximadamente (FAO 2012), lo que equivale a cerca de 1300 millones de toneladas al año. En Europa se calcula que las pérdidas y desperdicio de alimentos alcanzan aproximadamente 89 millones de toneladas de alimentos, de los cuales el 39% se producen en los procesos de fabricación (MAGRAMA 2014). El principal factor causante de estas pérdidas en la fase producción es la falta de coordinación entre los diferentes actores de la cadena de suministro (FAO 2012). El presente trabajo analiza el proceso de cosecha y transporte a fábrica del tomate destinado a la industria concentradora, identificando las causas de las pérdidas originadas y proponiendo soluciones para su control.

**Palabras clave:** sostenibilidad, mecanización, reducción de pérdidas.

### INTRODUCCIÓN

La reducción de las pérdidas y el desperdicio de alimentos se ha convertido en una prioridad, ya que según las estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas, en el año 2050 será necesario alimentar a una población de 9,6 billones de personas (UN 2013). Para ello, la producción de alimentos deberá aumentar un 70%, excluyendo los cultivos empleados en la producción de biocombustibles (FAO 2009). Es fundamental que buena parte de este imprescindible incremento se alcance a expensas de la reducción de pérdidas y desperdicio ya que estas acciones no suponen un impacto adicional sobre el área ocupada por tierras cultivadas, el consumo de energía o la huella de carbono.

En España desde el año 2013 se desarrolla la Estrategia “Más alimentos, menos desperdicio”, cuya finalidad es limitar las pérdidas y desperdicios para reducir su impacto ambiental de una manera organizada, coordinada y estructurada entre todos los agentes de la cadena de suministro de alimentos (MAGRAMA 2014).

Según FAO, la pérdida de alimentos es “la disminución, en la cadena trófica, de la masa alimentaria comestible durante las etapas de producción, poscosecha, elaboración y distribución” y el desperdicio alimentario es “el descarte de alimentos aptos para el consumo, normalmente por obra del minorista y el consumidor, generalmente evitable” (FAO 2012). La FAO distingue cinco fases en la cadena de suministro de productos básicos vegetales: producción agrícola, manejo poscosecha y almacenamiento, procesamiento, distribución y consumo. Este trabajo se centra en el estudio de las pérdidas en la fase de manejo poscosecha y almacenamiento del tomate para concentrado en la industria. En esta fase, la FAO identifica como principales causas de pérdidas los derrames y deterioros de productos (FAO 2012).

### MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se llevó a cabo el análisis de los datos recogidos en una Tesis Doctoral (“Carga y transporte a granel del tomate para la elaboración de concentrados: factores que influyen sobre pérdidas de producto y de calidad y modelos para su estimación”, elaborada por Ángel Rodríguez del Rincón y dirigida por Margarita Ruiz Altisent en el año 1992) y se realizaron nuevos ensayos en campo. Los nuevos ensayos se llevaron a cabo en colaboración con la empresa AGRAZ, situada en Villafranco del Gadiana (Badajoz, Extremadura). En un primer ensayo se valoró el efecto del proceso de cosecha sobre las propiedades mecánicas de los tomates, para ello se



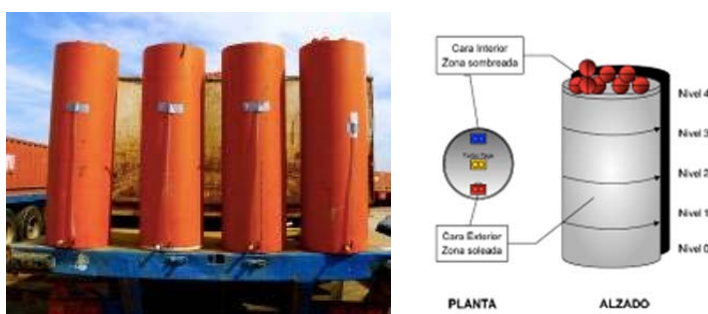
tomaron muestras de tomates de una misma finca y variedad (Guadivía) antes (10 frutos) y después (10 frutos) de su paso por la cosechadora. Se llevaron a cabo ensayos de compresión con bola y punción en un texturómetro (Tabla 1) y se realizó un análisis de varianza (ANOVA) empleando el software informático MATLAB® para verificar las diferencias existentes entre las distintas muestras.

**Tabla 1. Configuración de los ensayos de compresión con bola y punción**

Ensayo	Compresión con bola	Punción
Velocidad	0,5 mm/s	0,5 mm/s
Distancia/Profundidad	3 mm	5 mm

Un segundo ensayo se enfocó en caracterizar las condiciones a las que se somete al producto durante la espera en los contenedores desde su llegada a la fábrica hasta su entrada en la línea de producción y cuantificar las pérdidas de jugo que se producen en esta espera. Para ello se emplearon tubos de muestreo de PVC (Figura 1), específicamente diseñados para este ensayo, de 1,2 m de altura y 40 cm diámetro, llenados hasta rebose (imitando el llenado de los contenedores reales de transporte) con 87 kg de tomate. En el interior de los tubos entre la masa de tomates y a distintas alturas y posiciones diametrales se colocaron de 6 a 15 sensores de temperatura TurboTag por tubo (dependiendo del ensayo) modelo T-702B, capaces de almacenar 700 registros de temperatura con un intervalo de tiempo configurable. Unos orificios con tapón practicados en la parte inferior de los tubos permitió la recogida del jugo. La temperatura exterior (TExt) se registró mediante los mismos sensores de temperatura (TurboTag), situándolos en las plataformas donde se asentaban los tubos, por el lado soleado. Se llevaron a cabo tres ensayos de distinta duración y condiciones ambientales de temperatura (Tabla 2), con dos réplicas por ensayo.

**Figura 1. Tubos de muestreo durante los ensayos (izquierda) y esquema de la colocación de las TurboTag en el interior de los tubos (derecha).**



**Tabla 2. Descripción de los ensayos de monitorización de la temperatura.**

	Periodo de tiempo	Número de tarjetas por réplica
Ensayo 1_Tarde	3 horas (14:00 h – 17:00 h )	15 y 14 respectivamente
Ensayo 2_Tarde	8 horas (14:10 h – 22:00 h )	13 y 14 respectivamente
Ensayo 3_Noche	14 horas (22:00 h – 11:00 h )	6 y 8 respectivamente



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3 muestra la variación en las propiedades mecánicas de los tomates antes y después del proceso de cosecha (Figura 2).

**Tabla 3. Variación en las propiedades mecánicas de los tomates tras la cosecha (se muestra el resultado del análisis de varianza estadísticos  $F_{\text{Fisher}}$  y  $p$ ).**

	Tomate recogido de la mata	Tomate recogido del contenedor	F	p
Número de muestras	10	10		
Fuerza para deformación máxima (Compresión con bola)	7,30 N	4,81 N	4,54	4,72%
Coeficiente fuerza/deformación (Punción)	1,29 N/mm	0,86 N/mm	4,51	4,77%

La fuerza aplicada para la deformación máxima alcanzada en el ensayo de compresión con bola está relacionada con la firmeza del fruto. Durante el proceso de cosecha se produce una reducción media del 34% en este parámetro. El ANOVA realizado indica diferencias significativas ( $p < 5\%$ ) entre ambas muestras. La F de Fisher indica que el efecto del tratamiento sobre la firmeza del fruto es 4,54 veces el de la varianza existente entre los individuos dentro de cada muestra. El coeficiente fuerza/deformación del ensayo de punción está relacionado con la resistencia a la rotura del fruto. Durante el proceso de cosecha se produce una reducción media del 33% en este parámetro. El ANOVA realizado indica diferencias significativas ( $p < 5\%$ ) entre ambas muestras. La F de Fisher indica que el efecto del tratamiento es 4,51 veces el de la varianza existente entre los individuos dentro de cada muestra.

**Figura 2. Proceso de cosecha y descarga durante los ensayos realizados (izquierda) y contenedores cargados perdiendo jugo durante el tiempo de espera (derecha).**



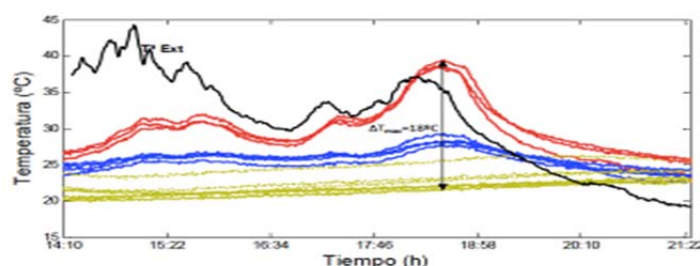
**Tabla 4. Resultados de la monitorización de temperaturas y pérdida de jugo.**

Ensayo	Duración (h)	TMedia (°C)	Tmín (°C)	Tmáx (°C)	Pérdida en peso (%)
1_Tarde	3	26,29	19,85	36,55	0,87%
2_ tarde	8	25,07	17,67	39,23	1,02%
3_Noche	14	22,33	17,77	34,46	0,31%
Referencia T <sub>ambiente</sub> Noche	14	19,54	15,42	34,05	-
Referencia T <sub>ambiente</sub> Tarde	8	29,83	18,88	44,35	-



Los ensayos realizados (Tabla 4) con los tubos de muestreo indican que la combinación de tiempo y temperatura influye sobre la pérdida de jugo. El ensayo realizado durante la noche tiene la temperatura máxima más baja y es en el que se producen menos pérdidas en peso. Durante los ensayos de la tarde, en los que se registraron temperaturas más altas, aparecen mayores pérdidas de jugo. Las pérdidas en peso debido a la pérdida de jugo (Figura 2) llegan a suponer un 1% en estos ensayos. Debe tenerse en cuenta que las condiciones de temperatura durante los ensayos no fueron especialmente desfavorables por lo que este porcentaje podría incrementarse en otras condiciones ambientales. La manipulación posterior de los tomates (proceso de descarga y entrada en la industria) derivará en un incremento del porcentaje respecto al determinado en el ensayo. Otro de los efectos observados es la variabilidad de las temperaturas registradas para distintas posiciones (Figura 3) dentro de los tubos de muestreo registrándose variaciones de hasta 18°C. Estas diferencias se verán incrementadas en los contenedores reales, de mayor volumen, propiciando la presencia de gradientes de temperatura en un mismo contenedor y con ello distintas evoluciones en cuanto a parámetros mecánicos y de calidad de los tomates.

**Figura 3. Dinámica de las temperaturas en el interior de uno de los tubos (Tubo 3 durante el ensayo 2 (8h)).** En rojo las registradas más próximas al exterior por el lado soleado, en azul las más próximas al exterior por el lado sombreado y en amarillo las registradas en el centro del tubo.



## CONCLUSIONES

El estudio realizado indica que los impactos experimentados por los tomates durante el proceso de cosecha, el tiempo de espera, la temperatura y la compresión sufrida por el tomate cargado en los remolques son determinantes en cuanto a la pérdida de resistencia mecánica de los frutos y con ello en las pérdidas de producto durante su transporte y manipulación. Derivadas de los resultados del estudio se proponen las siguientes acciones de mejora para la reducción de pérdidas de producto:

- disminuir la altura de descarga del tomate de la cosechadora al camión o instalar elementos deceleradores para reducir los golpes sufridos por los tomates.
- evitar tiempos de espera prolongados entre la recolección y la descarga, especialmente cuando se produzcan elevadas temperaturas ambientales.
- determinar nuevos parámetros para la cuantificación de pérdidas entre la recolección y el procesado en fábrica de una forma precisa.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las empresas CHEP España y AGRAZ S.A.U. el soporte a las actividades recogidas en este trabajo mediante su colaboración en el marco del proyecto "Evaluación de la situación actual de los sistemas de gestión en transformación de tomate en cosecha y poscosecha. Reducción de residuos en la industria de transformación del tomate: análisis y recomendaciones" financiado por CHEP España.

## BIBLIOGRAFÍA

- FAO, 2009. Cómo alimentar al mundo en 2050. Foro de expertos de alto nivel. Roma 12-13 de octubre 2009.
- FAO, 2012. Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención. Roma.
- UN, Dep. of Economic and Social Affairs, Population Division (2013). World Population Prospects: The 2012 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP.227.
- MAGRAMA, 2014. Memoria de actividades del 2013 de la Estrategia "Más alimento, menos desperdicio". Madrid.